

П. Ю. Пустохин, А. Б. Жутник, Р. М. Юнусов

Уральский федеральный университет, г. Екатеринбург

[ppu12@mail.ru](mailto:ppu12@mail.ru)

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ УМЕНЬШЕНИЯ ЕЖЕСУТОЧНЫХ КОЛЕБАНИЙ ПОТРЕБЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

*Анализ посвящен поиску альтернативных способов стабилизации потребления электроэнергии. В результате исследования был найден способ регулирования потребления электроэнергии за счёт применения устройства, представляющего собой совокупность аккумуляторных батарей и преобразователя частоты.*

Ключевые слова: энергоэффективность, математическое моделирование, аккумуляторная батарея, бесперебойное питание.

P. Y. Pustokhin, A. B. Zhutnik, R. M. Iunusov

Ural Federal University, Ekaterinburg

## THE ANALYSIS OF WAYS TO REDUCE DAILY FLUCTUATIONS IN ELECTRICITY CONSUMPTION

*The analysis is devoted to the search for alternative ways to stabilize electricity consumption. As a result, there was found a method for stabilizing electricity consumption due to use of the device, which combines a pack of batteries and frequency converter.*

Keywords: energy efficiency, mathematical modeling, rechargeable battery, uninterruptible power supply.

Одной из основных проблем энергетики является проблема неравномерного потребления электроэнергии в течение суток. Значительные колебания заметны за день, когда в вечернее время образуется пик, превышающий потребление в другие часы в 3–5 раз. Эти данные представлены на рис. 1.

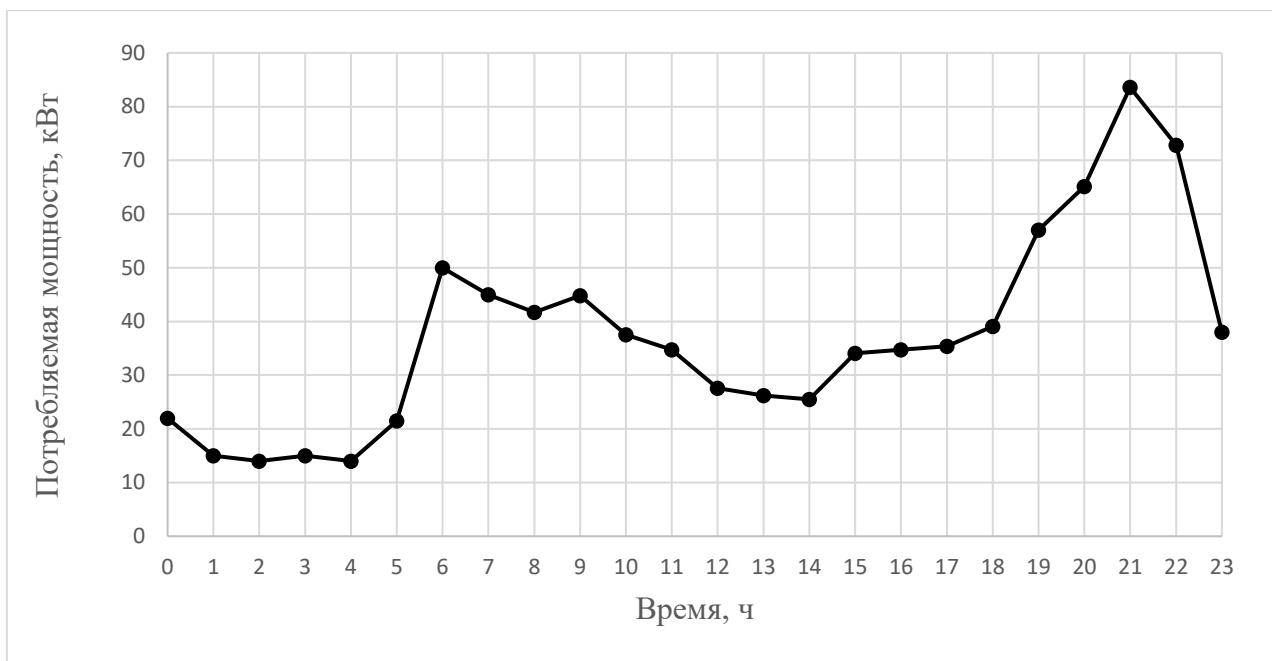


Рис. 1. График суммарного почасового суточного потребления электроэнергии в квартире с двумя жильцами за 55 дней

Данное обстоятельство приводит к следующим негативным последствиям:

1) работа электростанции в режиме, отдаленном от номинального, что приводит к уменьшению КПД электростанции и снижает её ресурс работы.

2) увеличение потерь в линиях электропередач, так как потери в них пропорциональны квадрату тока.

3) колебания потребления могут превышать проектное потребление, ограниченное мощностью питающего трансформатора или толщиной кабеля. В таком случае потребитель не сможет использовать желаемое количество электроэнергии.

Для стимуляции потребления электроэнергии в течение одного дня было введено разделение на тарифные зоны, однако, как показывает практика, это не позволило в корни изменить ситуацию.

Одним из решений данной проблемы может стать установка, аккумулирующая энергию ночью и отдающая ее потребителю днём. Примером таких установок являются гидроаккумулирующие электростанции, однако таких станций всего три на территории России, а постройка таких электростанций является долгосрочным и

ресурсозатратным проектом. Более простым и доступным в реализации является проект по внедрению аккумуляторной установки в каждый дом, квартиру или офис.

Данное устройство представляет собой совокупность аккумуляторных батарей и преобразователей электроэнергии. Структурная схема устройства представлена на рис. 2.

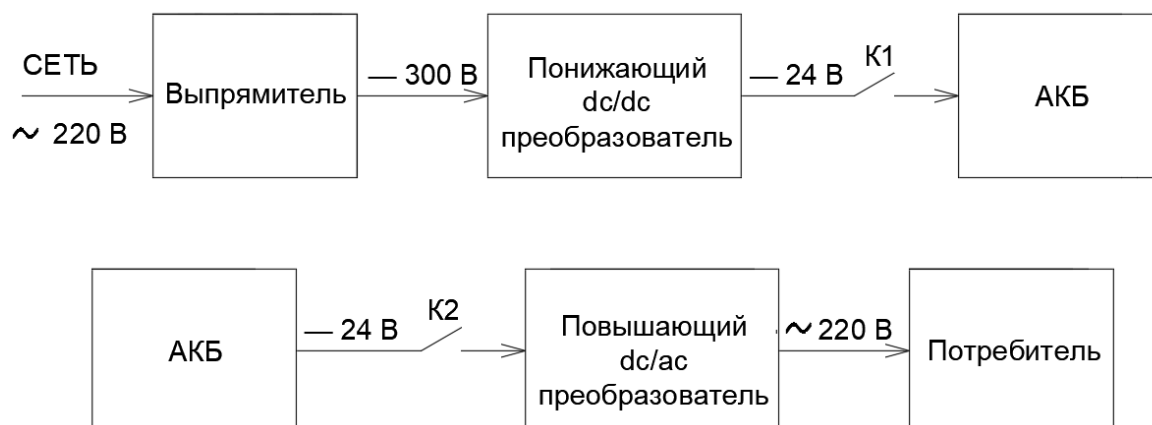


Рис. 2. Структурная схема устройства

Во время действия тарифа ночной зоны коммутатор  $K1$  замкнут, а  $K2$  разомкнут. Переменное напряжение сети выпрямляется и понижается до напряжения аккумуляторных батарей – 24 В и батарея заряжается. После окончания действия тарифа ночной зоны для предотвращения кратковременного пропадания напряжения сначала замыкается коммутатор  $K2$ , затем размыкается  $K1$ . Напряжение аккумулятора инвертируется и повышается в повышающем DC/AC преобразователе, затем подается к потребителю. После окончания тарифа дневной зоны цикл зарядки начинается сначала.

Для оценки качества электроэнергии предоставляемой установкой построим математическую модель повышающего DC/AC преобразователя и инвертора [1–3] в программном пакете Matlab/Simulink. При построении данной модели примем ряд стандартных допущений:

- Транзисторы являются идеальными, то есть коммутация происходит мгновенно.
  - Не учитывается стабилизация выходного значения тока и напряжения.
  - Аккумулятор имеет бесконечно большую мощность.
- Модель представлена на рис. 3.

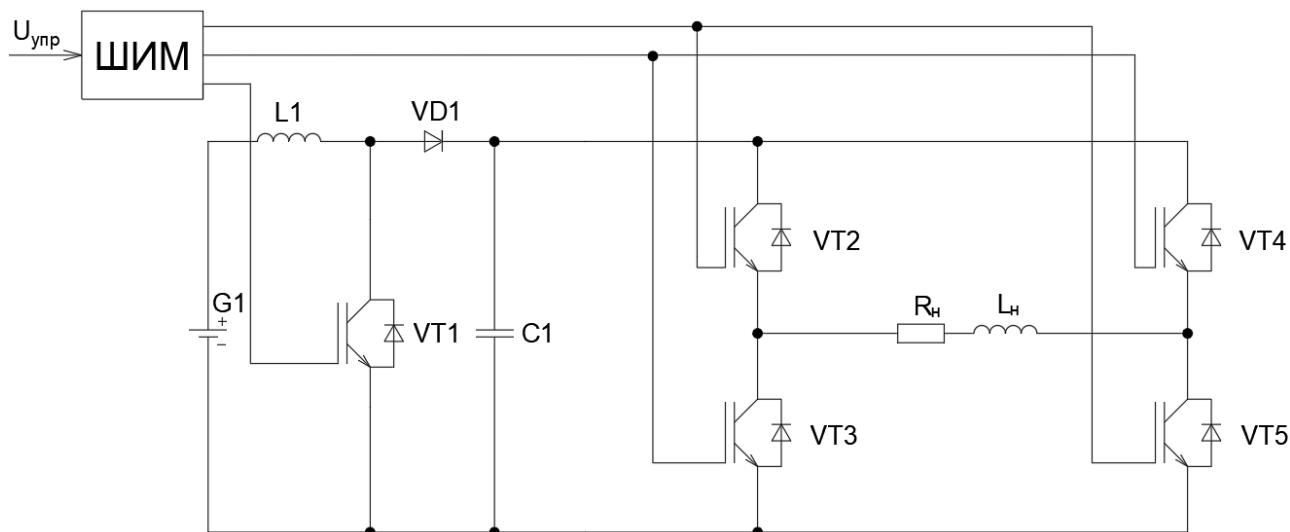


Рис. 3. Математическая модель повышающего DC/AC преобразователя (у конденсатора поставлен +, т. к. он полярный):

ШИМ – широтно-импульсный модулятор; G1 – аккумуляторная батарея;

L1 – катушка индуктивности; VT1...5 – IGBT транзисторы; VD1 – выпрямительный диод; C1 – конденсатор;  $R_{\text{н}} = 200 \text{ Ом}$ ,  $L_{\text{н}} = 10 \text{ мГн}$  – приблизительная нагрузка электроприборов в одной квартире

Транзистор VT1, диод VD1 и реактор L1 обеспечивают повышение напряжения. Конденсатор C1 сглаживает пульсации выпрямленного напряжения, а транзисторы VT2-VT5 инвертируют напряжение. Роль ШИМ выполняет микроконтроллер, задающий алгоритм коммутаций транзисторов, частота переключений которых составляет 15 кГц для получения более высокого качества выходного напряжения.

В результате моделирования был получен график тока на нагрузке, представленный на рис. 4.

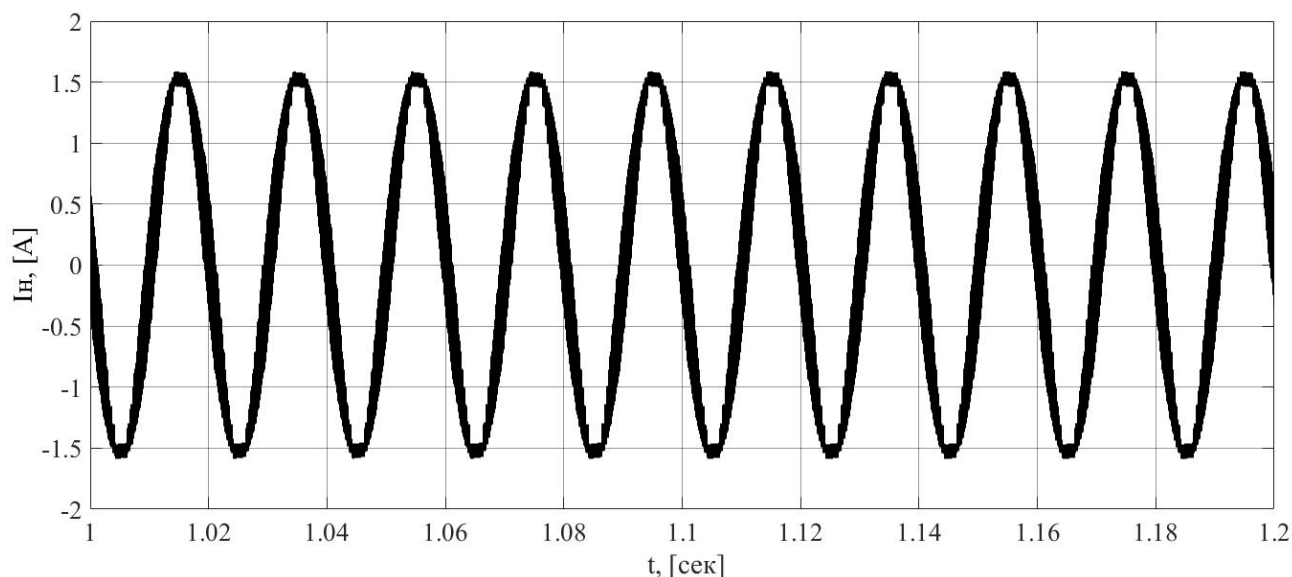


Рис. 4. График тока нагрузки.

Результаты моделирования показали, что форма кривой тока синусоидальная. Исходя из выше изложенного можно сделать вывод, что данное устройство может служить источником однофазного синусоидального напряжения для использования потребителем.

Данные установки способны найти широкое применение в местах, где пики потребления электроэнергии превышают предоставляемую поставщиком установленную бензиновым электрогенератором мощность, а также во всех городах с суточной неравномерностью потребления электроэнергии.

#### Список использованных источников

1. Математическое моделирование электроприводов переменного тока с полупроводниковыми преобразователями частоты : монография / Р. Т. Шрейнер. Екатеринбург : Изд-во УрО РАН, 2000. 653 с. Библиогр.: с. 630–645.
2. Процессы в полупроводниковых преобразователях с широтно-импульсной модуляцией : альбом иллюстраций по дисциплине «Преобразовательная техника» / А. В. Костылев, А. В. Кириллов, Д. В. Цибанов. Екатеринбург : ГОУ ВПО УГТУ-УПИ, 2010. 71 с.
3. Ефимов А. А., Шрейнер Р. Т. Активные преобразователи в регулируемых электроприводах переменного тока / под общ. ред. д-ра техн. наук, проф. Р. Т. Шрейнера. Новоуральск : Изд-во НГТИ, 2001. 250 с.